

### レベル3 基礎試験のポイント

JIS Z 2305 によるレベル3の基礎試験の概要については、第52巻11号で紹介されている。また、第53巻3号では、2003年秋期レベル3基礎試験の結果として28.9%の合格率が示されている。本稿では、2003年秋期レベル3基礎試験のうち、材料科学及び製品・製造技術に関する問題と認証システムに関する問題について、正答率の低い問題に類似した問題例のポイントを解説し、基礎試験受験者の参考に供するものである。

#### 1. 材料科学及び製品・製造技術に関する問題

問 次の金属材料のうち、異方性を示さないものを一つ選び、記号で答えよ。

- (a) 純鉄の結晶
- (b) 熱加工制御鋼 (TMCP 鋼)
- (c) 焼入れ、焼戻し処理を行った機械工具鋼
- (d) 柱状晶組織を有するオーステナイト系ステンレス鋼溶接部

正答 (c)

異方性とは、機械的、物理的、化学的そして磁氣的性質などが方向によって異なることである。純鉄の結晶は原子が規則正しく整然と周期的に並んでおり、引っ張る方向によって強さや変形し易さが異なり、異方性を示す。(金属材料入門1.1参照)したがって(a)は誤っている。熱加工制御鋼(TMCP鋼)は音響異方性がある。(金属材料入門3.1.2参照)したがって(b)も誤っている。機械工具鋼は、高炭素鋼が用いられ、焼入れ後残留応力の除去やオーステナイトの分解のため、低温焼戻しが行われる。異方性は示さない。柱状晶組織を有するオーステナイト系ステンレス鋼は音響異方性がある。

問 次の鋼の組織に関する記述のうち、誤っているものを一つ選び、記号で答えよ。

- (a) パーライトは、鋼をオーステナイトの状態から徐冷した場合に形成され、フェライトとセメンタイトの2相が層状に混合した組織であり、セメンタイトより硬くかつ、じん性に富んでいる。
- (b) ソルバイトは、マルテンサイトをやや高い温度に焼戻しして粒状に析出成長した炭化物とフェライトの混合組織である。
- (c) マルテンサイトは、鋼をオーステナイトの状態から水冷した場合に形成され、マルテンサイト変態点以下の温度では針状組織であり、非常に硬い。
- (d) 残留オーステナイトは、鋼を焼入れしたときにマルテンサイトに変態しないで残ったオーステナイトである。

正答 (a)

パーライトはフェライトとセメンタイトの層状組織であり、硬いセメンタイトが荷重を支え、軟らかいフェライトが変形を受け持つので、パーライトはある程度強く、硬く、ある程度延性を持っている。しかしセメンタイトより硬くはない。(a)が誤っている。(金属材料入門2.2参照)ソルバイト、マルテンサイト、残留オーステナイトについても上記テキストを参照すること。なお、材料科学の問題は熱処理関係がよく出題されており、金属材料入門の2章と金属材料概論の3章の熟読を推奨する。

問 次の各種の鋼に関する記述のうち、正しいものを一つ選び、記号で答えよ。

- (a) SS400(JIS G 3101)では、引張り強さと炭素、リン及び硫黄の含有量が規定されている。
- (b) SM490は、降伏点が $490\text{N}/\text{mm}^2$ であることが要求される。
- (c) SN材は、建築構造物に用いる熱間圧延鋼材で、全て板厚方向の絞り値が規定されている。
- (d) TMCP鋼は、SS材やSM材に比較して、炭素当量を少なくして同じだけの強度を保証しているため、溶接性に優れている。

正答 (d)

SS400(JIS G 3101)では、リン及び硫黄の含有量を規定しているが炭素含有量は規定していない。(金属材料入門表3.1-6参照)したがって(a)は誤っている。SM490は、板厚区分に応じ降伏点又は耐力を規定している。 $490\text{N}/\text{mm}^2$ は引張り強さの規定である。したがって(b)は誤っている。SN材には、A材、B材、C材の区分があるが、絞り値が規定されているのは、C材のみである。したがって(c)は誤りである。(金属材料入門3.1.3参照)TMCP鋼は、熱加工制御によって炭素当量を少なくして強度レベルを保ち、溶接性を改善している。(金属材料概論4.1.3参照)

問 次の銅合金に関する記述のうち、正しいものを一つ選び、記号で答えよ。

- (a) 真ちゅうは、Cu-Sn系銅合金である。
- (b) 銅合金の機械的性質は、熱処理で変えることは困難である。
- (c) Cu-Zn合金の時期割れ対策として、ひずみ取り焼なましを行えばよい。
- (d) 黄銅は、鑄造性がよい銅合金である。

正答 (c)

真ちゅうは、Cu-Zn系銅合金である。したがって(a)は誤りである。(金属材料入門4.1参照)Cu-Zn系合金では、亜鉛の固溶によって引張り強さと伸びが共に増大するため、

冷間加工と焼なましを適宜組み合わせ用いる。(金属材料入門 4.1 参照)したがって(b)は誤りである。時期割れとは、冷間加工されて残留応力を有する黄銅製品が、時間の経過によって割れる現象である。(金属材料入門 4.1 参照)これの対策として応力除去焼なましをする。(金属材料概 5.1.5 参照)黄銅は加工性のよい展伸用合金である。(金属材料概論 4.1 参照)したがって(d)は誤りである。

問 次の鑄鋼品のきずに関する記述のうち、正しいものを一つ選び、記号で答えよ。

- (a) 鑄鋼品のブローホール及びピンホールは、溶湯を湯口から注入する際に、巻込まれた空気が凝固中に浮上せず、残存することにより発生する。
- (b) 鑄鋼品の砂かみは、鑄物の表面又は内部に、かす又はのろが入ったものである。
- (c) 鑄鋼品の冷間割れは、冷却途中の収縮により生じた残留応力が、材料の引張り強さ以上になるときに発生する。
- (d) 鑄鋼品の湯境や湯回り不良は、注入速度が過大な場合や注入温度が高すぎる場合に発生する。

正答 (c)

鑄鋼品のブローホール及びピンホールは、凝固時に溶湯から放出されたガス、鑄型から発生したガス、注湯時に巻込まれたガスが浮上しきれずに残存したものである。(金属材料概論 4.3.3 参照)したがって(a)は誤りである。鑄鋼品の砂かみは、注湯時に鑄型の砂粒子がはく離して鑄物の中に巻込まれることによって生じるものである。したがって(b)は誤りである。(金属材料概論 4.3.3 参照)鑄鋼品の湯境や湯回り不良については、溶湯が完全に鑄型を満たさなかった場合が湯回り不良であり、鑄型内で二つ溶湯が合流してもその境界が完全に溶け込まずに残っている場合が湯境である。(金属材料概論 4.3.3 参照)したがって(d)は誤りである。

問 次の応力拡大係数に関する記述のうち、誤っているものを一つ選び、記号で答えよ。

- (a) き裂先端近傍の応力は、き裂先端からの距離の平方根の逆数に比例し、その比例定数が応力拡大係数であるといえる。
- (b) 破壊が進展しはじめるときの応力拡大係数を、破壊じん性値という。
- (c) 応力拡大係数は、破壊モード（開口形）の場合  $k$  と表す。
- (d) 応力拡大係数が破壊じん性値を超えると、材料は降伏する。

正答 (d)

割れの先端近傍の応力は、割れの先端からの距離  $r$  の平方根に逆比例している。この場合の比例定数は応力拡大係数  $k$  になる。(金属材料概論 7.1.6 参照)したがって(a)は誤っていない。破壊が進展しはじめるときの応力拡大係数を破壊じん性値という。従って(b)は誤っていない。応力拡大係数は、破壊モード（開口形）の場合  $k$  と表す。(金属材料概論 7.1.4 参照)従って(c)は誤っていない。応力拡大係数が破壊じん性値を超えると、材料は破壊が進展するのであって降伏するのではない。従って(d)は誤りである。

2. 認証システムに関する問題

問 次の JIS Z 2305:2001 に関する記述のうち、正しいものを一つ選び、記号で答えよ。

- (a) 認証機関は、認証手順の細部の管理を、資格試験団体として活動している他の組織体に委任しなければならない。
- (b) 試験センターは、資格試験団体によって作成承認された文書及び試験問題だけ使用しなければならない。
- (c) 色覚は、申請者が雇用主の指定する当該 NDT 方法で使われている色彩間のコントラストを十分見分けて識別できればよい。
- (d) レベル 3 は、NDT 結果の正当性を含めて NDT 作業許可に関する全ての事柄に全面的な責任を持たねばならない。

正答 (c)

認証機関は、認証手順の細部の管理を、資格試験団体として活動している他の組織体に委任することができる」と規定されている。委任しなければならないとは規定されていない。(a)は誤りである。試験センターは、認証機関によって作成承認された文書及び試験問題だけを使用すると規定されている。資格試験団体とは規定していない。(b)誤りである。(d)は雇用主に対する規定であってレベル 3 に対する規定ではない。

問 次の認証効力の最長期間に関する記述のうち、正しいものを一つ選び、記号で答えよ。

- (a) 5 年 (b) 7 年 (c) 10 年 (d) 12 年

正答 (a)

有効期間は、資格証明書及び/又はポケットサイズのカードに記載された認証日付から 5 年を超えてはならないと規定している。

上記解説は、類似問題例であり、同様な問題が出題されるとは限らない。また、本解説についての問い合わせには、応じていない、悪しからずご了解願いたい。

## レベル2 移行試験用 NDT 指示書作成問題例

4月号よりレベル2のNDIS 0601資格からJIS Z 2305資格への移行試験に関する指示書作成問題例を紹介している。今回はET2とPT2について紹介する。試験は、配布されたNDT手順書に記載されている内容を取り入れてNDT指示書を作成する問題である。

### ET レベル2 移行試験用「渦流探傷試験手順例」 電縫鋼管渦流探傷試験手順

#### 1. 適用範囲

この手順は、圧力配管用炭素鋼鋼管 (JIS G 3454: STPG) について、注文者から「JIS G 3454 付属書 特別品質規定」に基づく渦流探傷検査の要求があった場合に適用する。

2. 適用規格及び文書類 (省略)
3. 試験体仕様 (省略)
4. 検査技術者 (省略)
5. 試験装置 (省略)
6. 対比試験片

JIS G 0583 に準拠した対比試験片を使用する。ただし、人工きずは、顧客の指定により角溝又はドリル孔のいずれかを、表 6.1 に基づき、選択する。顧客の指定のない場合は、ドリル孔を使用する。

表 6.1 使用する人工きずの種類及び呼び方

人工きずの種類	呼び方 (D: 管径; 単位: mm)	
	D ≤ 50.8	D > 50.8
角溝	N-25	N-30
ドリル孔	D-1.6	D-2.0

7. 探傷時期 (省略)
8. 検査手順

#### 8.1 探傷装置のセットアップ

##### (1) 試験コイルの選定

試験コイルは、外径に応じ表 8.1 (省略) に示す充填率が確保できるように、表 8.2 (省略) から選択する。

##### (2) 探傷装置の予備運転

探傷装置の調整は、渦流探傷装置の電源投入後、5分以上経過してから行う。

##### (3) 直流磁気飽和電流の調整 (省略)

##### (4) ピンチロール及び心出し調整

試験体外径に合わせて、ピンチロール高さを調整する。試験コイル中の対比試験片を 90°ごとに位置を変えて探傷速度で通過させ、きず信号が目標値の ±15%以内に入

るように調整する。

##### (5) 探傷速度の設定

試験体の直径により表 8.3 に基づき、所定の探傷速度になるように搬送ロール回転数を設定する。

##### (6) 渦流探傷器の調整

##### (a) 試験周波数

試験体の直径により表 8.4 から選択する。

表 8.3 試験体直径及び探傷速度

試験体の直径 (D: mm)	探傷速度 (m/min)
27.2 ~ 89.1	120
101.6 ~ 139.8	80

表 8.4 試験体直径及び試験周波数

試験体の直径 (D: mm)	試験周波数 (kHz)
27.2 ~ 89.1	8
101.6 ~ 139.8	4

以下省略。

### 指示書作成の問題例 (抜粋)

問題 「電縫鋼管渦流探傷検査手順」に基づき、以下に示す圧力配管用炭素鋼鋼管 STPG 370 (外径 60.5 mm × 肉厚 3.9 mm × 長さ 9 m) に関する NDT 指示書 (抜粋) の空欄に適切な語句又は数値を解答群から選び、その記号をマークしなさい。

#### 1. 対比試験片の選定

対比試験片には、試験体と同一ロットから採取した管に人工きず [ ] を加工したものをを用いる。

- (a) N-25 (b) N-30 (c) D-1.6 (d) D-2.0

#### 2. 試験コイルの選定

(省略)

#### 3. 探傷装置の予備運転

探傷装置は、ウォーミングアップのために、調整に入る前、少なくとも [ ] 分前に電源を入れる。

- (a) 5 (b) 10 (c) 15 (d) 30

#### 4. 磁気飽和装置の電流値の設定

(省略)

#### 5. ピンチロール及び心出し調整

試験体の [ ] に合わせて、ピンチロール高さを調整する。試験コイル中の対比試験片を [ ] ごとに位置を変えて探傷速度で通過させ、きず信号が目標値の [ ] 以内に入るように調整する。

- (a) 外径 (b) 内径 (c) 肉厚 (d) 重量

- (a) 45° (b) 90° (c) 120° (d) 180°

- (a) ±5% (b) ±10% (c) ±15% (d) ±20%

#### 6. 探傷速度

探傷速度を [ ] m/min. に設定する。

- (a) 60 (b) 80 (c) 100 (d) 120

## P Tレベル2 移行試験用「浸透探傷試験手順例」 圧力容器溶接部の探傷試験手順

### 1. 適用範囲

この手順は、溶剤除去性染色浸透探傷試験・速乾式現像法による圧力容器溶接部の製品検査に適用する。なお、欠陥部を補修した場合は、その補修部も含むものとする。

試験体の材質は、オーステナイト系ステンレス鋼板（SUS304）とする。

### 2. 準拠規格：（省略）

### 3. 非破壊試験技術者：（省略）

### 4. 試験範囲

試験範囲は、最終溶接表面の溶接部全長とすること。溶接部は、溶接金属に隣接する幅13mmの範囲内の母材部分を含めること。

### 5. 表面状態

溶接部の余盛は削除されており、スパッタ、スラグ等も除去されていること。

### 6. 試験器材および探傷剤

別に指定された試験器材一式とA社製探傷剤一式を使用すること。

### 7. 試験温度

探傷剤と部品の温度は、原則として15 から50 までの範囲とする。

浸透時間及び現像時間は規定された時間を守ること。ただし、気温が低い時には浸透時間、現像時間を延長することとする。

### 8. 試験手順

#### 8.1 前処理：（省略）

#### 8.2 浸透処理

刷毛塗り法又は、スプレ法により浸透液を試験表面に均一に適用する。

浸透時間は10分とすること。（低温時の浸透時間は予備試験により決定すること。）

#### 8.3 除去処理

浸透時間を経過した後、ウエスを使用して余剰浸透液を拭き取る。除去し得なかった余剰浸透液は、除去液で少し湿らせたウエスで注意深く拭き取る。

#### 8.4 現像処理

速乾式現像剤はスプレ法で行い、適用にあたってはスプレ缶を十分攪拌してから試験面に吹き付けること。現像剤は下地がかすかに見える程度に白く、かつ均一

な塗膜面になるように吹き付けること。試験面とスプレ缶との距離は20～30cm、スプレ缶の噴射軸の中心と試験面のなす角は45°～90°の範囲の一定角度を保つこと。試験面に塗布した現像剤は30～60秒で乾燥することを標準とすること。現像時間は10分とすること（低温時の現像時間は予備試験により決定すること。）

以下省略

### 指示書作成の問題例（抜粋）

問題1 浸透探傷レベル2の NDT指示書作成の問題  
下記に指示書の一部を示す。添付した手順に従い指示書（抜粋）の[ ]の欄に解答群の中から最も適切なものを選び、指示書を完成させなさい。

#### 1. 試験条件

##### 1.1 試験温度

試験温度（標準の浸透時間と現像時間を適用できる温度） [ ]

ただしこの温度を外れた場合、浸透時間及び現像時間は、きず有り試験体を用い確認して決定すること。

：(a) 0～50 (b) 3～50  
(c) 15～50 (d) 10～60

##### 1.2 浸透時間 [ ]

：(a) 1分 (b) 3分 (c) 5分 (d) 10分

##### 1.3 現像時間 [ ]

：(a) 1分 (b) 3分 (c) 5分 (d) 10分

##### 1.4 試験面の照度 [ ]

：(a) 20 Lx以上 (b) 500 Lx以上  
(c) 800 Lx以上 (d) 1000 Lx以上

#### 2. 試験手順

##### 2.2 浸透処理

浸透処理は、[ ]の塗布、塗り残し有無の確認、浸透時間の保持の順で行うこと。

：(a) 洗浄剤 (b) 浸透液  
(c) 現像剤 (d) 乳化剤

##### 2.3 除去処理

除去処理は、

- 1) 余剰浸透液を乾いたウエスで除去、
- 2) 洗浄剤を少し含ませたウエスで除去、
- 3) ウエスに [ ]が付いたとき除去を完了、の順で行うこと。

：(a) 薄いピンク色 (b) 真赤な色  
(c) 下地の色 (d) 黒い色